



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 47 453 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 04 B 25/02**  
F 04 B 41/02  
A 61 K 33/00  
A 61 P 23/00  
A 61 M 16/01

⑦① Aktenzeichen: 199 47 453.2  
②② Anmeldetag: 2. 10. 1999  
④③ Offenlegungstag: 19. 4. 2001

DE 199 47 453 A 1

⑦① Anmelder:  
Messer Griesheim GmbH, 65933 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Gerling, Helmut, 47447 Moers, DE; Neu, Peter, Dr.,  
47228 Duisburg, DE; Pilger, Carsten, Dr., 47447  
Moers, DE; Schucht, Fridtjof, Dr., 47803 Krefeld, DE;  
Thoma, Klemens, 47839 Krefeld, DE

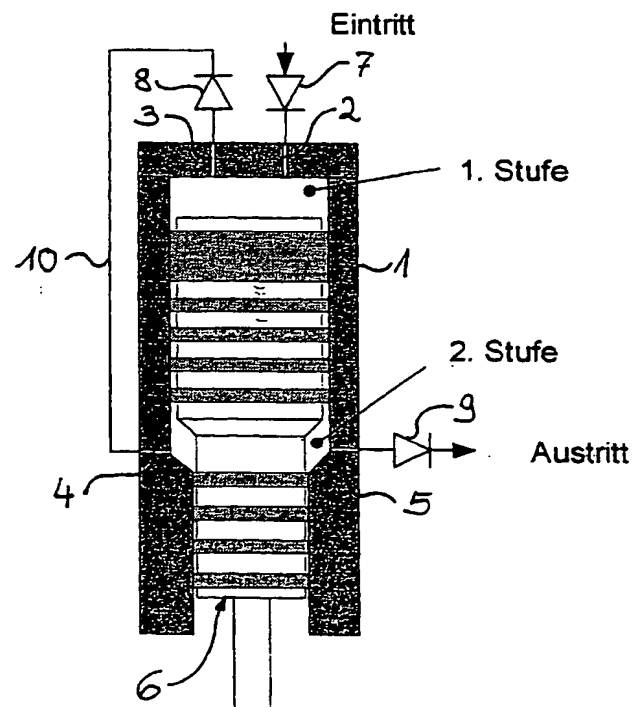
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 44 11 533 C1  
DE 196 35 002 A1  
DE 37 12 598 A1  
DE-OS 19 10 848  
CH 6 34 898 A5  
WO 98 18 718 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Gaskompressor mit zweistufigem Kolben

⑤⑦ Der Gaskompressor mit zweistufigem Kolben (6) ist in einer Gassammelanlage zur Rückgewinnung von Anästhesiegas, z. B. Xenon, aus Anästhesieabgas enthalten. Der Gaskompressor arbeitet praktisch gasverlustfrei.



DE 199 47 453 A 1

Die Erfindung betrifft einen Gaskompressor mit zweistufigem Kolben, eine Gassammelanlage und ein Verfahren zur Rückgewinnung von Anästhesiegas aus Anästhesieabgas.

Die Verwendung von Xenon als Narkosegas ist seit langem bekannt. Die breite Anwendung von Xenon bei der Narkose scheiterte bisher am hohen Preis des Xenon.

DE 37 12 598 A1 (Siemens) beschreibt ein Inhalations-Anästhesiegerät mit einem Reservoir für ein Anästhetikum wie Xenon. Das Expirationsgas (Ausatmungsgas) des Patienten wird nach Herausfilterung von Wasserdampf und Kohlendioxid direkt oder über einen Kompressor zu dem Reservoir geleitet und von dort zum Patienten zurückgeführt.

DE 44 11 533 C1 (Georgieff et al.) beschreibt ein Narkosegerät mit einer Rückgewinnungsanlage für Xenon. In der Rückgewinnungsanlage wird das ausgeatmete Atemgas nach einer Vorreinigung komprimiert und in einen Druckbehälter eingeleitet, welcher in eine Kühlvorrichtung aufgenommen ist. Über die Kühlvorrichtung wird der Druckbehälter so weit abgekühlt, daß das rückzugewinnende Xenon sich verflüssigt. Das Xenon aus dem Ausatmungsgas wird also in flüssigem Zustand in einem Druckbehälter gesammelt und von dort zum Patienten zurückgeführt.

WO 98118718 beschreibt eine Apparatur und ein Verfahren zur Reinigung und Rückführung von Xenon in Anästhesiesystemen, wobei das Xenon nach der Reinigung verflüssigt in einem kryogenen Behälter gesammelt wird und von dort zum Patienten zurückgeführt.

DE 196 35 002 A1 (interne Bezeichnung MG 1999) beschreibt ein Verfahren zur Online-Rückgewinnung von Xenon aus Narkosegas, wobei das expiratorische Atemgas mit einer Kühlfläche in Kontakt gebracht wird, die sich auf einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes der abzutrennenden Komponente befindet. Das Xenon wird hierbei ausgefroren und die Verunreinigungen über das Kopfgas durch Anlegen eines Vakuums abgezogen.

Die genannten Systeme und Verfahren sind Bestandteil eines Anästhesiesystems und dienen einer direkten Rückführung des Xenons zum Patienten während der Anästhesie. Die Systeme und Verfahren sind apparativ sehr aufwendig.

Gaspumpen oder Gaskompressoren sind in der Regel nur für trockene Gase geeignet, da sonst aufgrund von Korrosion nur kurze Standzeiten erzielt werden.

Gaspumpen und Flüssigkeitspumpen für hohe Drücke ist in "Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Band 3: Verfahrenstechnik II und Reaktionsapparate, Kapitel: Drucktechnik, Verlag Chemie, Weinheim 1973, S. 83-98, insbesondere S. 87-95" beschrieben.

Heute übliche Kolbenkompressoren weisen einen Gasverlust durch Leckage über die Kolbenringe von 2-5% auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zur Förderung und gasverlustfreien Verdichtung von Gasen geeignete Pumpe bereitzustellen, die die genannten Nachteile vermeidet.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Gasrückgewinnungssystem zu schaffen, das möglichst gasverlustfrei, wartungsarm, leise und benutzerfreundlich betrieben werden kann, insbesondere ein System, welches in der Lage ist, bei geringen Saugdrücken (0,1 bar- 0,9 bar, vorzugsweise 0,6 bar) die erforderliche Saugleistung von ca. 8 l/min. zu bringen und zum anderen in den hohen Druckbereich von 120 bar zu kommen.

Gelöst wurde die Aufgabe durch einen Gaskompressor mit den in Anspruch 1 beschriebenen Merkmalen.

Der Gaskompressor, im folgenden Pumpe genannt, ist eine hermetisch gasdichte Kolbenpumpe mit doppelstufi-

gem Kolben. Die Pumpe ist vorzugsweise eine trockenlaufende Kolbenpumpe. Die Pumpe ermöglicht durch den hermetischen Aufbau eine verlustfreie Verdichtung von Gasen.

Das Pumpe arbeitet beispielsweise bei einer Saugleistung ca. 8 l/min., einem Saugdruck im Bereich von 0,1 bar-0,9 bar, vorzugsweise 0,6 bar (absolut), bis zur Komprimierung des Gases auf einen Enddruck von bis zu 500 bar, vorzugsweise 120 bar, mit nur einem Verdichter. Der Verdichter wird vorzugsweise elektrisch angetrieben.

Der Vorteil eines elektrisch angetriebenen Verdichters liegt im Konstruktionsprinzip. Für den elektrischen Antrieb können vollkommen gekapselte Motoren oder Magnetantriebe eingesetzt werden.

Die neue Pumpe ist in der Lage bei geringen Drücken anzusaugen und bis in den hohen Druckbereich zu gelangen. Dies wird insbesondere durch den Einsatz einer neuen modifizierten mehrstufigen (mit zwei Doppelzylindern) trockenlaufenden hermetisch gekapselten Kolbenpumpe erreicht. Diese Pumpe arbeitet verlustfrei, da die Leckagen über die Kolben dem System wieder zugeführt werden. Dies ist nur möglich bei vollkommen gekapselten Pumpen. Durch den Einsatz einer Heizpatrone im Kurbelgehäuse oder einer Wärmezuführung von außen z. B. durch ein Wasserbad kann verhindert werden, daß Wasser in der Pumpe auskondensiert. Dieses Wasserbad kann gleichzeitig für die Wärmeabfuhr der Kompressionswärme genutzt werden. Zusätzlich hat diese Einrichtung den Vorteil, daß der Geräuschpegel, bedingt durch den Verdichter, deutlich reduziert werden kann. D. h. diese Pumpe ist auch geeignet für die Verdichtung von wasserdampfgesättigten Gasen. D. h. eine Vortrocknung des Gases ist nicht mehr erforderlich. Ein einfacher Wasserabscheider zwischen der 2 und 3. Stufe reicht aus um das Wasser zu entfernen. Ein Trockner (z. B. Molsieb oder ein anders Trocknungsmittel) kann dann entfallen.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert. Fig. 1 zeigt ein Schema des Aufbaus doppelstufigen Kolbens.

Fig. 2 zeigt ein Schema einer Gassammeleinrichtung mit einer Pumpe mit zwei Zylindern mit je zwei Stufen.

Fig. 3 zeigt ein Schema einer Gassammeleinrichtung mit einer Pumpe mit drei Zylindern mit je zwei Stufen.

Fig. 4 zeigt ein Schema einer Gassammeleinrichtung mit einer Pumpe mit zwei einstufigen Zylindern.

Der in Fig. 1 gezeigte Zylinder 1 weist zwei Stufen zur Gasverdichtung auf. Der Querschnitt des Zylinders im Bereich der ersten Stufe ist größer als der Querschnitt des Zylinders im Bereich der zweiten Stufe. Der Zylinder 1 enthält im Bereich der ersten Stufe eine Gaseintrittsöffnung 2 und eine Gasaustrittsöffnung 3. Der Zylinder enthält im Bereich der zweiten Stufe eine Gaseintrittsöffnung 4 und eine Gasaustrittsöffnung 5. Gasaustrittsöffnung 3 der ersten Stufe und Gaseintrittsöffnung 4 der zweiten Stufe sind mit einer Gasleitung 10 (Druckleitung) verbunden. Außerhalb des Zylinders sind die Rückschlagventile 7, 8 und 9 angeordnet. Der Kolben 6 weist ein Kopfteil mit größerem Querschnitt und ein unteres Teil mit kleinerem Querschnitt auf, entsprechend den Bereichen für erste und zweite Stufe im Zylinder.

In der in Fig. 2 gezeigten Gassammeleinrichtung wird eine Pumpe mit zwei Zylindern mit je zwei Stufen (siehe Fig. 1) eingesetzt. Der erste Zylinder (unten links abgebildet) enthält die erste Stufe 11 und die zweite Stufe 12, der zweite Zylinder (unten rechts abgebildet) enthält die dritte Stufe 13 und die vierte Stufe 14. Die Stufen 11, 12, 13 und 14 sind dabei so gewählt, daß die maximalen adiabatischen Verdichtungstemperaturen 250°C nicht überschritten werden (z. B. Stufe 11, 1. Stufe, Zylinderdurchmesser 4 cm; Stufe 12, 2. Stufe, 3,4 cm (Ringkolben) (bei einem "normalen" Kolben wären dies 2,1 cm für die 2. Stufe); Stufe 13, 3.

Stufe, 1,2 cm; Stufe 14, 4. Stufe, 1,04 cm (Ringkolben) (bei einem "normalen" Kolben wären dies 0,6 cm für die 4. Stufe) bei einem Hub von 3,2 cm).

Die angegebenen Durchmesser für die Stufen 12 und 14 entsprechen denen eines Ringkolbens, d. h. der tatsächliche Durchmesser für "normale" Kolben wäre viel kleiner.

Erst durch die Kombination des Doppelkolbens (Fig. 1) ist es möglich, mit herkömmlichen Bauteilen einen Verdichter für kleine Liefermengen und für hohe Druckbereiche zu bauen.

Die Verdichtung des Gases erfolgt bei einem Druck von 0,5–0,7 bar abs. über die Verdichtung in der 1. Stufe (Stufe 11) bis zu einem Druck von ca. 1,8–2,8 bar. In der 2. Stufe (Stufe 12) wird auf einen Druck von ca. 6,5–8,0 bar verdichtet. In der 3. Stufe (Stufe 13) auf 28–35 bar und in der 4. Stufe (Stufe 14) auf bis 120 bar.

Die Kolben der beiden Zylinder werden über den Antrieb 16 angetrieben.

Im Eingang des Verdichters (vor Stufe 11) ist ein Pufferbehälter 15 angeordnet. Der Pufferbehälter ist in der Regel ein Behälter, kann aber auch ein Leitungsstück mit vergrößertem inneren Querschnitt sein. Dieser Pufferbehälter 15 ist so ausgelegt, daß sein Volumen mindestens dem 120-fachen des Leitungs- und Totraumvolumens des Verdichters nach der 2. Stufe entspricht. Dies ist deshalb erforderlich, da beim Abstellen des Verdichtungs Vorgangs der Verdichtungsdruck entspannt werden muß, damit der Verdichter wieder anfahren kann. Der Puffer nimmt hierbei die komplette Menge an Gas auf.

Die Gassammeleinrichtung enthält am Gaseingang ein Rückschlagventil 19. Zwischen Pufferbehälter 15 und nach dem Ausgang von Stufe 14 ist vorteilhaft eine Bypass-Gasleitung mit Absperrventil 20 angeordnet. Von der Pumpe wird Gas verdichtet und das Gas über das Rückschlagventil 21 und Dreizehventil 22 in die Druckgasbehälter 17 oder 18 gepumpt. Die Druckgasbehälter 17 und 18 sind vorteilhaft mit Druckmeßgeräten 23 und 24 ausgerüstet.

In der in Fig. 3 gezeigten Gassammeleinrichtung wird eine Pumpe mit drei Zylindern eingesetzt. Durch einen weiteren, dritten Zylinder mit einer Doppelstufe (Stufe 25) kann der Druck auf 500 bar erhöht werden. Da die Stufen für die Druckerhöhung im Verhältnis ihrer Verdichtung kleiner gemacht werden müssen, würde die 5. (Stufe 25) und 6. Stufe (Stufe 26) jetzt sehr klein werden. Dies kann mit dem Doppelkolben elegant umgangen werden, indem die 5. Stufe (Stufe 25) genauso groß oder zwischen dem Durchmesser der 3 und 4. Stufe (Stufe 13 und 14) liegt und die 6. Stufe (Stufe 26) im Durchmesser größer als die 4. Stufe (Stufe 14) liegt, entsprechend dem Verdichtungsverhältnis zwischen 4 und 6. Stufe. D. h. die 5. Stufe ist eigentlich ein Puffer. Zwischen der 5. und 6. Stufe ist ein Druckhalteventil 27 angeordnet. Dadurch wird erreicht, daß zwar zunächst der Druck aus der 4. Stufe in die 5. Stufe entspannt wird und durch das Druckhalteventil 27 erst in die 6. Stufe (Stufe 26) freigegeben wird, wenn der Druck in der 5. Stufe (Stufe 25) dem der 4. Stufe (Stufe 14) entspricht. Durch die Konstruktion des Doppelkolbens (siehe Fig. 1) kann der Verdichtungsraum sehr klein ausgebildet werden.

Die Pumpe selbst ist als eine Einheit aufgebaut mit Spaltrohrmotor oder mit einer Magnetcupplung. Damit ist das System nach außen hermetisch dicht. Leckageverluste treten nur über die Kolbenflächen nach innen in das Kurbelgehäuse auf. Durch eine Verbindung vom Kurbelgehäuse mit der 1. Stufe werden die Leckageverluste dem System wieder zugeführt. Bei der Gassammelanlage kommt es aufgrund des hohen Wertes von Xenon auf eine möglichst hundertprozentige Rückgewinnung von Xenon aus dem Abgas aus der Anästhesie an.

Bei einem Anästhesiegerät muß grundsätzlich sichergestellt sein, daß der Patient genügend Sauerstoff erhält und der Beatmungskreislauf nicht leer gesaugt oder einem zu hohen Druck ausgesetzt wird.

Dies wird durch ein einfaches Prinzip erreicht, das darin besteht, daß vor die Absaugung eine feste Drossel in Kombination mit einem Differenzdruckventil eingebaut wird. Die örtlich installierten Absaugsysteme weisen heute üblich einen Saugdruck von 0,2 bar abs. auf. D. h. fällt der Druck im Beatmungskreislauf bei geöffnetem Absaugventil z. B. auf 2 mbar über dem Atmosphärendruck ab und ist das Differenzdruckventil auf 2 mbar eingestellt so strömt Luft in die Absaugung mit ein und der Beatmungskreislauf wird nicht mehr abgesaugt.

Wie schon erwähnt, lassen sich durch Kombination von Pumpen diese Systeme realisieren. Dies jedoch hat den Nachteil, daß unterschiedliche Pumpen mit einer Vielzahl von Einzelteilen und Steuerungen eingesetzt werden müssen. Außerdem werden bei herkömmlichen Pumpen die Verdichterkolben, bedingt durch die geringen Saugleistungen, sehr klein. Dies führt dazu, daß entweder bei den geforderten Drücken nicht mehr genug angesaugt wird oder bei Einsatz größerer Kolben nicht mehr in den hohen Druckbereich gepumpt wird.

Bei der Gassammeleinrichtung in Fig. 4 wird alternativ zum zweistufigen Doppelzylinder ein einstufiger Doppelzylinder eingesetzt. Der Vorteil dieser Variante ist der, daß man hier heute übliche und auf dem Markt erhältliche Dichtungen einsetzen kann und speziell nur neue Zylinder und Zylindergehäuse anfertigen muß.

Die Verdichtung erfolgt hier zunächst in einen Zwischenbehälter 37 mit einem Volumen von vorzugsweise 10 l. Dieser Behälter wird auf einen Druck von 5 bis 10 bar, vorzugsweise 7 bar, gebracht.

Wenn der Behälter 37 diesen Druck erreicht hat oder wenn nicht mehr abgesaugt werden muß, wird automatisch das Eingangs-dreizehventil 28 umgeschaltet und es wird innerhalb von 1 bis 30 Sekunden, vorzugsweise von 8 Sekunden, der Zwischenbehälter 37 in einen weiteren Zwischenbehälter 38 bis auf einen Restdruck von 1 bis 6 bar, vorzugsweise bis auf 2 bar, entleert.

Hat der erste Zwischenbehälter 37 den Druck von 2 bar erreicht und ist der Druck im zweiten Zwischenbehälter 38 auf größer 8,5 bar angestiegen, wird das Ventil zur Einspeisung aus dem 1. Zwischenbehälter geschlossen und das Ventil zur Einspeisung aus dem zweiten Zwischenbehälter geöffnet und in den Sammelbehälter 17 oder 18 verdichtet. Der Sammelbehälter ist mindestens zweifach vorhanden, und wird bei Erreichen des Fülldruckes automatisch umgeschaltet (z. B. von 17 auf 18). Über eine Temperaturüberwachung wird sichergestellt, daß nur über der kritischen Temperatur von Xenon gefüllt wird, um eine Überfüllung des Behälters zu verhindern, bedingt durch die Verflüssigung von Xenon unterhalb der kritischen Temperatur und oberhalb des kritischen Druckes.

#### Patentansprüche

1. Gaskompressor mit zweistufigem Kolben (6).
2. Gaskompressor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein, zwei, drei oder mehrere zweistufige Kolben (6) enthalten sind.
3. Gassammelanlage zur Rückgewinnung von Anästhesiegas aus Anästhesieabgas, enthaltend einen Gaskompressor mit zweistufigem Kolben (6) zum Ansaugen von Gas und Verdichtung auf Niederdruck oder Hochdruck.
4. Gassammelanlage nach Anspruch 3, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Gassammelanlage einen Druckgasbehälter (17 oder 18) zur gasförmigen Befüllung mit Anästhesiegas enthaltenden Abgasen enthält.

5. Verfahren zum Sammeln von Anästhesieabgasen, dadurch gekennzeichnet, daß Anästhesiegas enthaltendes Abgas eines Anästhesiegerätes zur Wiedergewinnung abgesaugt, und anschließend ohne Trocknung und/oder ohne Analyse der Gaszusammensetzung auf Hochdruck komprimiert in einem Druckgasbehälter gasförmig gesammelt wird, bis dieser Druckgasbehälter gefüllt ist. 5 10

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Anästhesiegas enthaltendes Abgas eines Anästhesiegerätes nur zur Wiedergewinnung abgesaugt und gesammelt wird, wenn das Abgas einen vorher festgelegten Mindestgehalt des Anästhesiegases aufweist. 15

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß Xenon als Anästhesiegas eingesetzt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Absaugen und Sammeln des Abgases gesteuert erfolgt. 20

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**Fig. 1**

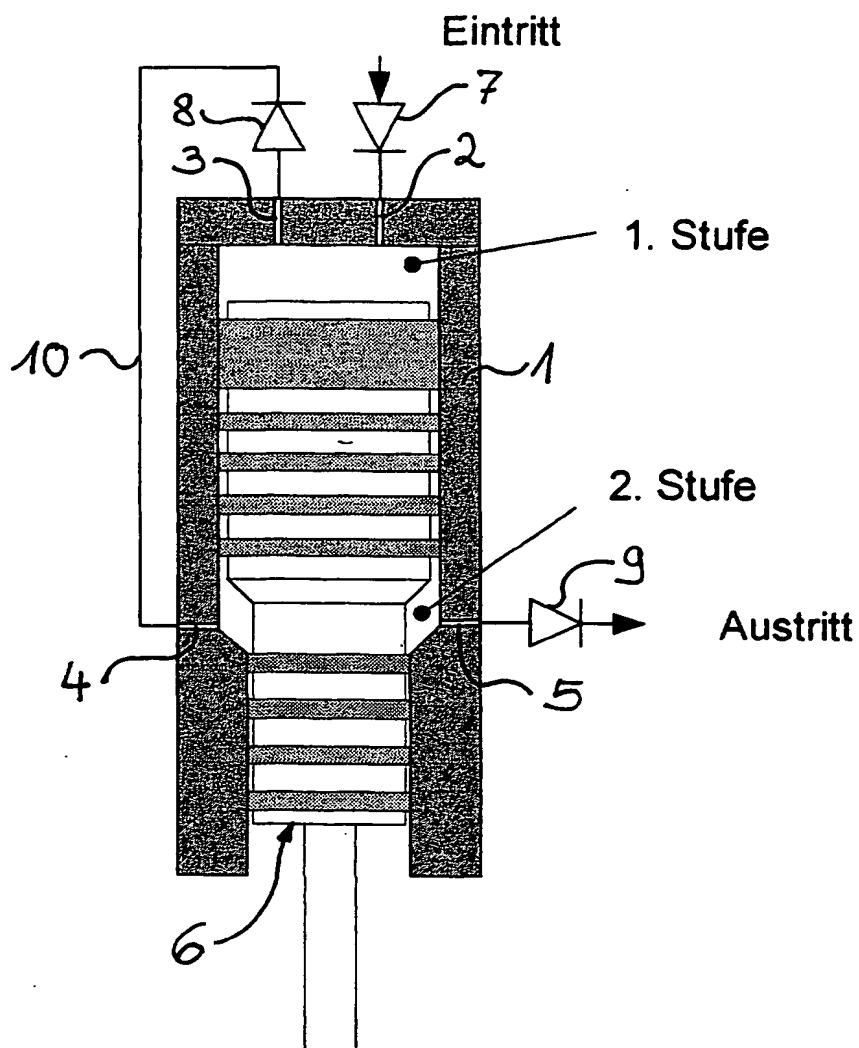


Fig. 2

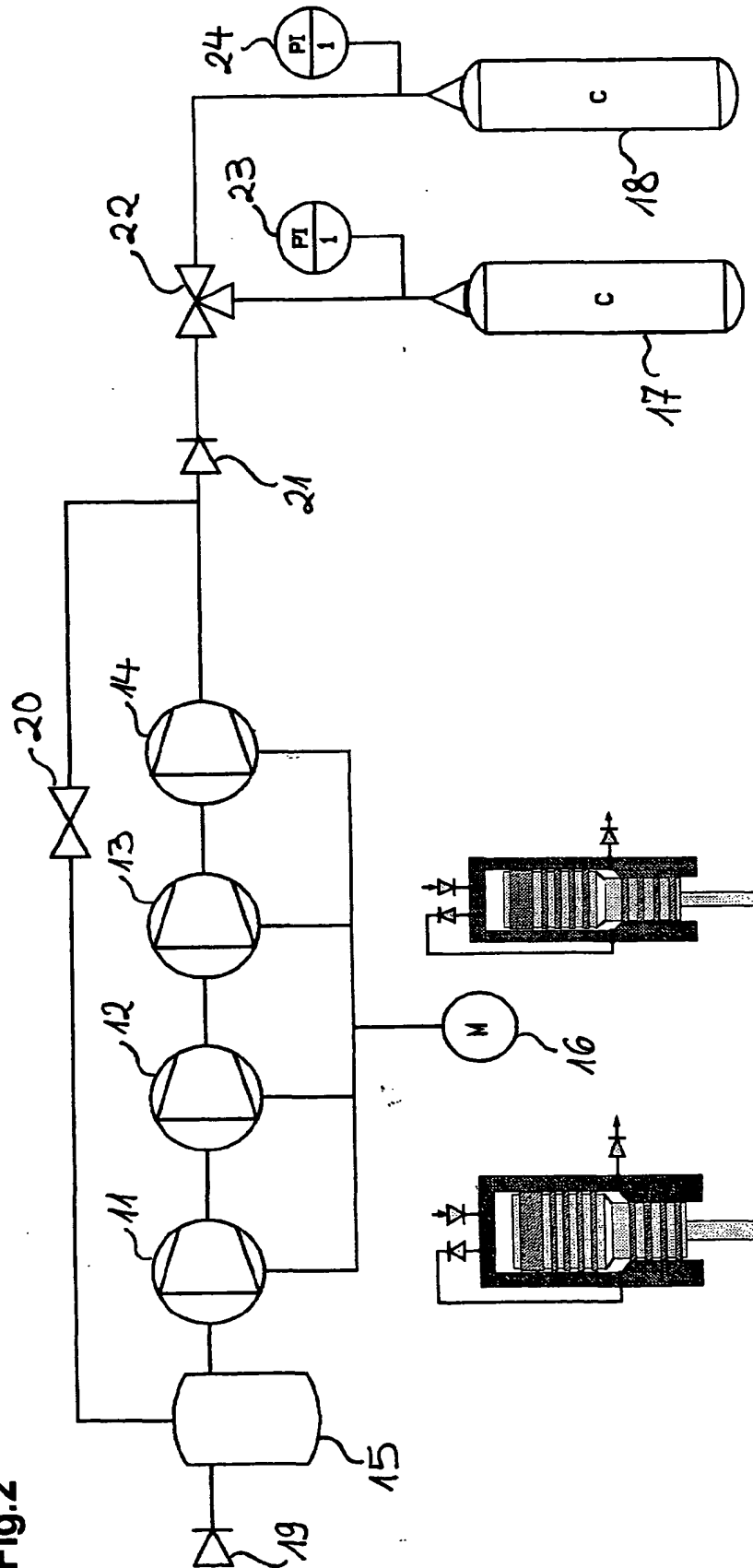


Fig. 3

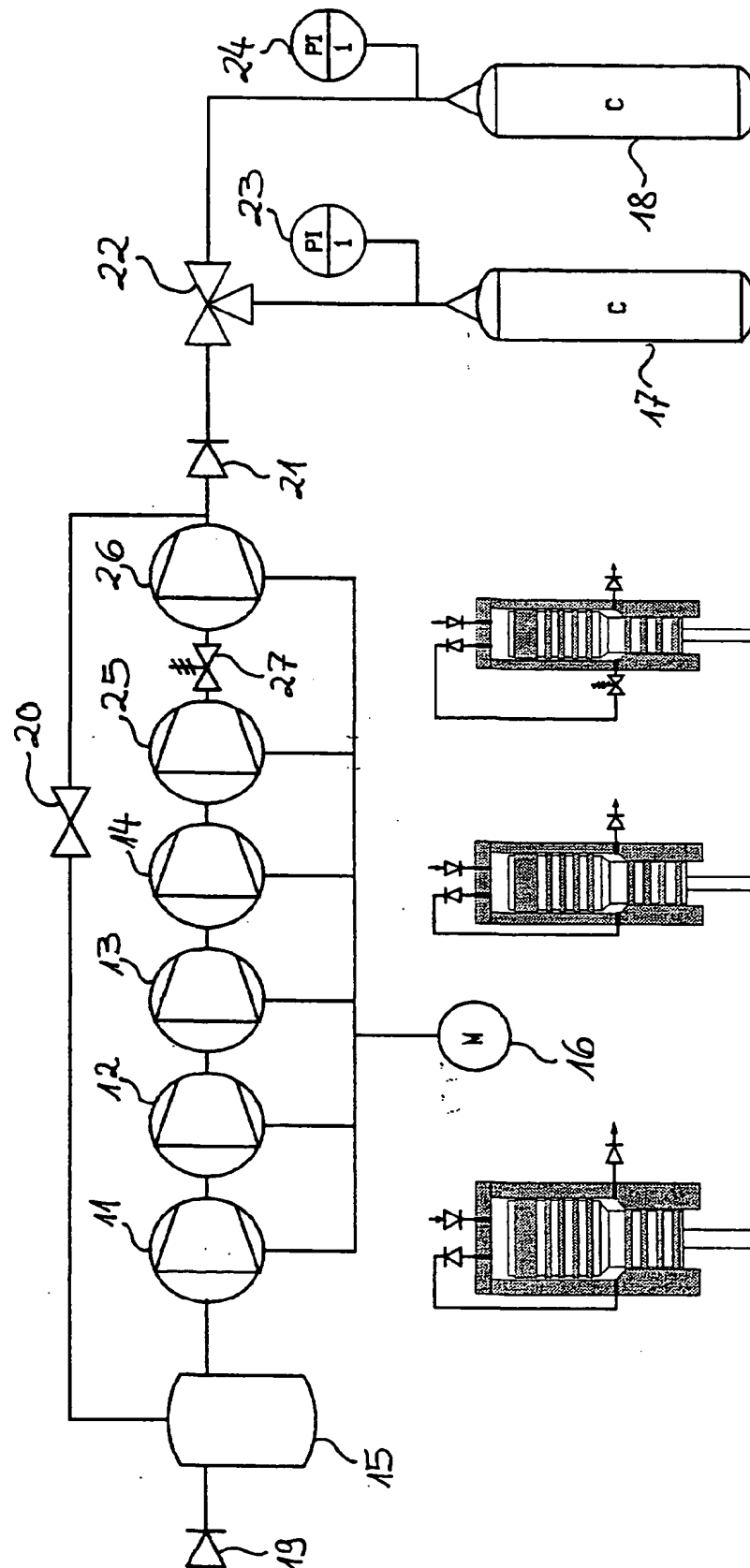


Fig. 4

